

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-260387

(43)公開日 平成10年(1998)9月29日

(51) Int.Cl. ^a	識別記号	F I	
G 02 F 1/13	5 0 5	G 02 F 1/13	5 0 5
G 02 B 5/20		G 02 B 5/20	
	1 0 1		1 0 1
	5/26		5/26
	5/30		5/30

審査請求 未請求 請求項の数30 O.L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-15537
(22)出願日 平成10年(1998)1月28日
(31)優先権主張番号 9702077.0
(32)優先日 1997年1月31日
(33)優先権主張国 イギリス(GB)

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者 ダンカン ジェームズ アンダーソン
イギリス国 オーエックス14 1ディーダ
ブリュー オックスフォードシャー, ア
ビンドン, ポストック ロード 34
(72)発明者 クレア ブレイ
イギリス国 ピーエイ2 2エイチエフ
バース, ザ オーバル, 128
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

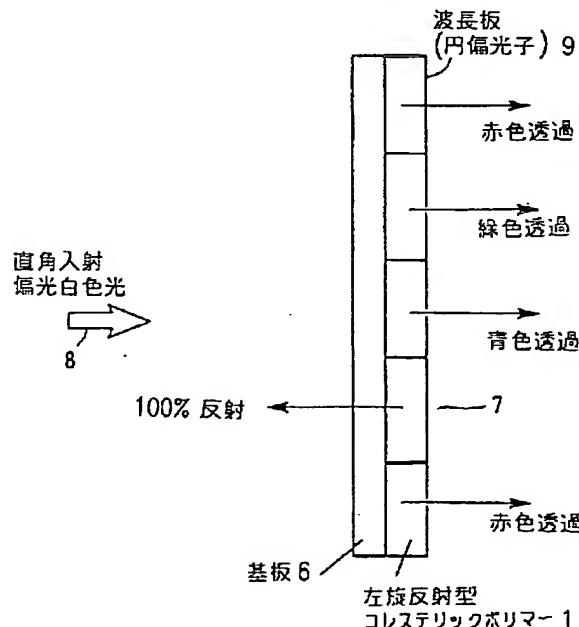
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フィルタおよび光学装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 単一フィルムからなるフィルタおよび単一フィルム光学装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 単一フィルム光学装置の製造方法は、
(a) 重合可能または架橋可能なコレステリック液晶材料の層を形成する工程と、(b) 該層の第1の物理的条件を確立する工程と、(c) 該層の第1の表面から該層の厚さより小さな第1の深さまで該層を透過する放射によって照射することにより、第1の重合または架橋を開始する工程と、(d) 該第1の物理的条件と異なる、該層の第2の物理的条件を確立する工程と、(e) 少なくとも該第1の領域を、該層の厚さの全体を透過する放射によって照射することにより、第2の重合または架橋を開始する工程と、を包含する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一フィルム光学装置の製造方法であつて、

(a) 重合可能または架橋可能なコレステリック液晶材料の層を形成する工程と、

(b) 該層の第1の物理的条件を確立する工程と、

(c) 該層の少なくとも第1の領域を、該層の第1の表面から該層の厚さより小さな第1の深さまで該層を透過する放射によって照射することにより、第1の重合または架橋を開始する工程と、

(d) 該第1の物理的条件と異なる、該層の第2の物理的条件を確立する工程と、

(e) 少なくとも該第1の領域を、該層の厚さの全体を透過する放射によって照射することにより、第2の重合または架橋を開始する工程と、を包含する方法。

【請求項2】 (f) 前記工程(a)と(b)との間で、前記層を配向処理する工程をさらに包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記工程(f)が、前記層を、第1の所定の時間、第1の所定の温度で維持する工程を包含する、請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記工程(a)が、前記層を基板上に形成する工程を包含する、請求項1から3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】 前記工程(a)が、前記層を基板上に形成する工程を包含し、該基板が、該層を配向処理する配向表面を有する、請求項2または3に記載の方法。

【請求項6】 前記放射が電磁放射である、請求項1から5のいずれかに記載の方法。

【請求項7】 前記電磁放射が紫外線である、請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記工程(c)の放射が、前記工程(e)の放射よりも短い波長を有する、請求項7に記載の方法。

【請求項9】 (g) 前記第1および第2の物理的条件と異なる、前記層の更なる物理的条件を確立する工程と、

(h) 該第1の表面から、前記第1の深さより大きく、かつ該層の厚さより小さな更なる深さまで、該層を透過する放射によって照射することにより、更なる重合または架橋を開始する工程と、をさらに包含する、請求項1から8のいずれかに記載の方法。

【請求項10】 (g) 前記第1および第2の物理的条件と異なる、前記層の更なる物理的条件を確立する工程と、

(h) 該第1の表面から、前記第1の深さより大きく、かつ該層の厚さより小さな更なる深さまで、該層を透過する放射によって照射することにより、更なる重合または架橋を開始する工程と、をさらに包含し、該工程

(h) の放射が、前記工程(e)の放射よりも長い波長

を有する、請求項7または8に記載の方法。

【請求項11】 (g) 前記第1および第2の物理的条件と異なる、前記層の更なる物理的条件を確立する工程と、

(h) 該第1の表面から、前記第1の深さより大きく、かつ該層の厚さより小さな更なる深さまで、該層を透過する放射によって照射することにより、更なる重合または架橋を開始する工程と、をさらに包含し、該工程

(h) の放射が、前記工程(c)の放射よりも大きな中心波長を有する、請求項7または8に記載の方法。

【請求項12】 前記工程(h)の放射が、前記工程(c)の放射よりも大きな中心波長を有する、請求項10に記載の方法。

【請求項13】 前記工程(h)の照射が、前記第1の領域の照射である、請求項9から12のいずれかに記載の方法。

【請求項14】 前記工程(h)の照射が、前記第1の領域と異なる第2の領域の照射である、請求項9から12のいずれかに記載の方法。

【請求項15】 前記工程の(b)および(d)の少なくとも一方が、前記層に、電界または磁界を印加する工程を包含する、請求項1から14のいずれかに記載の方法。

【請求項16】 前記工程の(b)および(d)の少なくとも一方が、前記層を、それぞれの所定の時間、それぞれの所定の温度で維持する工程を包含する、請求項1から15のいずれかに記載の方法。

【請求項17】 前記工程(d)が、第2の所定の時間、前記層で拡散が起こることを可能にする工程を包含する、請求項1から14のいずれかに記載の方法。

【請求項18】 前記第1の領域が、複数の第1の絵素領域を包含する、請求項1から17のいずれかに記載の方法。

【請求項19】 前記第1の領域が、複数の第1の絵素領域を包含し、前記第2の領域が、複数の第2の絵素領域を包含する、請求項14に記載の方法。

【請求項20】 前記光学装置が分光フィルタを包含する、請求項1から19のいずれかに記載の方法。

【請求項21】 前記層に、前記第1の表面で、または第2の表面で、波長板を形成する工程をさらに包含する、請求項1から20のいずれかに記載の方法。

【請求項22】 前記波長板が四分の一波長板である、請求項21に記載の方法。

【請求項23】 前記波長板が、前記第1または第2の表面の全体にわたって延びる、請求項21または22に記載の方法。

【請求項24】 入力表面に入射する第1の波長帯の第1の円偏光の光学放射を透過する、複数の層を包含するフィルタであつて、

50 該複数の層の第1の層が、直角に入射する、該第1の波

長帯より低い第2の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第1のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第2の層が、該第1のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第2の波長帯より下の第3の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第2のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第3の層が、該第1および第2のレフレクターによって透過された、直角に入射する、少なくとも部分的に該第1および第2の波長帯の間にある第4の波長帯の、該第1の円偏光と実質的に直交する第2の円偏光の放射を反射する、第3のコレステリックレフレクターを包含し、該入力表面と該第3のレフレクターとの間の層が、該第2の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光から該第2の円偏光に変換されるような、該第2の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有するフィルタ。

【請求項25】前記第4の波長帯が、可視スペクトルの黄色-橙色部分を包含する、請求項24に記載のフィルタ。

【請求項26】入力表面に入射する第2の波長帯の第1の円偏光の光学放射を透過する、複数の層を包含するフィルタであって、

該複数の層の第1の層が、直角に入射する、第5の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第1のコレステリックレフレクターを包含し、

該複数の層の第2の層が、該第1のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第2の波長帯より下の第3の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第2のコレステリックレフレクターを包含し、

該複数の層の第3の層が、該第1および第2のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第5および第2の波長帯の間にある第1の波長帯の、該第1の円偏光の放射を反射する、第3のコレステリックレフレクターを包含し、

該複数の層の第4の層が、該第1、第2および第3のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第2の波長帯の、該第1の円偏光と実質的に直交する第2の円偏光の放射を反射する、第4のコレステリックレフレクターを包含し、

該入力表面と該第3のレフレクターとの間の層が、該第2の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光から該第2の円偏光に変換されるような、該第2の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有し、

該入力表面と該第4のレフレクターとの間の層が、該第3の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光から該第2の円偏光に変換されるような、該第3の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有するフィルタ。

【請求項27】入力表面に入射する第3の波長帯の第1の円偏光の光学放射を透過する、複数の層を包含するフィルタであって、

該複数の層の第1の層が、直角に入射する、該第3の波長帯より上の第5の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第1のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第2の層が、該第1のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第5および第3の波長帯の間にある第1の波長帯の、該第1の円偏光の放射を反射する、第2のコレステリックレフレクターを包含し、

該複数の層の第3の層が、該第1および第2のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第1および第3の波長帯の間にある第2の波長帯の、該第1の円偏光の放射を反射する、第3のコレステリックレフレクターを包含し、

該入力表面と該第3のレフレクターとの間の層が、該第3の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光と実質的に直交する第2の円偏光に変換されるような、該第3の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有するフィルタ。

【請求項28】前記第5の波長帯が、スペクトルの赤外部分である、請求項26または27に記載のフィルタ。

【請求項29】前記第1、第2および第3の波長帯が、可視スペクトルのそれぞれ赤色、緑色および青色部分を包含する、請求項24から28のいずれかに記載のフィルタ。

【請求項30】請求項1に記載の方法で製造された、請求項24から28のいずれかに記載のフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学装置の製造方法に関する。本発明はまた、例えば分光フィルタとして使用され得るフィルタに関する。このような光学装置およびフィルタは、液晶、ディスプレイ、干渉フィルタ、カラーフィルタ、ホログラフィ、光学および電子計測および検知システムで使用され得、高光束の用途に適している。

【0002】

【従来の技術】R. Maurerら、"Polarising Colour Filters made from Cholesteric LC Silicones", SID digest, 110~112 ページ(1990)は、カラーフィルタのためのコレステリック液晶ポリマーの使用を開示している。このようなフィルタは、限定された帯域幅のある円偏光を反射し、反対の円偏光を透過する。コレステリックカラーフィルタを積層すると、可視スペクトルの狭帯域の波長のみを透過する素子を得ることが可能になる。この技術は、ディスプレイでの使用に適した、赤色、緑色および青色用の透過型原色カラーフィルタを作製するため

に使用され得る。コレステリックフィルムは、例えば米国特許第4 637 896号で開示されるように、フィルムの領域を、異なる温度で紫外(UV)照射に露光することによって、リソグラフィでバターニングされ得る。

【0003】EP 606 940は、コレステリックフィルムの反射帯域幅を、約50ナノメートルから約300ナノメートルに広げることによって、円偏光子を作製する技術を開示している。特に、拡散およびUV強度プロファイルの組み合わせが、偏光子の帯域幅を広げるために使用される。EP 720 041は、バターニングされたコレステリック透過型カラーフィルタを用いた液晶装置(LCD)用のバックライトを開示している。フィルタによって反射された光は、再循環され、ディスプレイに戻され、照明の効率を向上させる。このようなカラーフィルタは、広範囲の入射角のために正しく機能し、例えばディスプレイの視野角を向上させることが望まれる。D.J. Broer, "Molecular Architectures in Thin Plastic Films by In-Situ Photopolymerisation of Reactive Liquid Crystals", SID 95 digest, 165~168ページ(1995)、G.M. Davis, "Liquid Crystal Polymer Thin Film Anisotropic Optical Components", Sharp Technical Journal, 22~25ページ, vol. 63 (Dec. 1995)および米国特許第4 983 479号は、例えば液晶分子の光開始された重合または架橋を用いた、ポリマーフィルムの分子のオーダーの三次元制御を提供する技術を開示している。

【0004】1ピッチのコレステリックフィルムによって反射される波長が、以下の式に従って、入射角とともに変化することは周知である。

【0005】 $\lambda(\alpha) = \lambda_0 \cos[\sin^{-1}(2\sin\alpha/n)]$
ここで λ_0 は直角入射の中心波長、 $\lambda(\alpha)$ は角 α で入射する光の中心波長、 $n/2$ は平均屈折率 $(n_0+n_e)/2$ であり、 n_0 および n_e はそれぞれ、コレステリック材料の常光屈折率および異常光屈折率である。反射された光および透過された光の偏光状態は、例えばV.A. Belyakovら、"Optics of Cholesteric Liquid Crystals", Sov. Phys. Usp. 22(2), 63~88ページ(Feb. 1979)およびG. Jolyら、"Optical Properties of the Interface between a Twisted Liquid Crystal and an Isotropic Transparent Medium", J. Optics, vol. 25, 177~186ページ(1994)で開示されるように、照明光の波長および入射角に複雑に依存することもまた公知である。このような変化および依存性は、入射角に実質的に依存しない動作が所望される多くの用途(例えばカラーフィルタ)にとって望ましくない。コレステリックピッチが変わって、反射帯域幅を広げる、グレーデッドピッチコレステリック装置では、角度依存性はより複雑である。L.E. Hajdoら、J. Opt. Soc. Am. vol. 69, No. 7 (July 1979) "Theory of Light Reflection by Cholesteric Liquid Crystals Possessing a Pitch Gradient"は、コレステリック層に直角に入射する光のみを扱っている。

【0006】GB-A-2 166 755は、液晶をマスクし、紫外光照射によってマスクされない領域を硬化処理することによって、コレステリック液晶モノマーを選択的に重合する方法を開示している。液晶全体が照射される。しかし、照射された領域の表面に近い液晶は、酸素が重合を阻止するため、完全には重合されないから、三次元効果が生じる。従って、照射が空気中で行われる場合、表面に近い液晶の領域は、液晶の内部領域のポリマーと異なる特性を有する。本文献は、液晶が照射される深さが制御され得るような方法での液晶の照射を開示していない。

【0007】GB-A-2 132 623は、二次元変化の特性を有する構造の製造を開示している。この特性は構造の表面領域上で変化する。液晶層は、第1の条件のセットの下で第1のマスクを介して照射される。その後マスクが除去され、次いで重合されない領域が異なる条件の下で照射される。これによって、特性が構造の領域上では異なるが、構造の深さにおいては一定である構造が得られる。

【0008】EP-A-0 154 953は、2つの別々のポリマーフィルムを有する光学フィルタを提供する。第1のフィルムは1組の条件の下で重合され、第2のフィルムは異なる条件の下で重合される。

【0009】EP-A-0 397 263は、液晶モノマーを照射することによって偏光子を製造する方法を開示している。

【0010】多層コレステリックフィルタは、EP-A-0 720 041、米国特許第5 548 422号、米国特許第4 726 663、特開昭61-032 801号公報および"IBM Technical Disclosure Bulletin" Vol 15, No 8, 2538~2539ページに開示されている。これらの文献は、第一に直角入射の場合に関する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ポリマーフィルムの三次元構造を制御し、単一のフィルムで光学装置を製造することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の単一フィルム光学装置の製造方法は、(a)重合可能または架橋可能なコレステリック液晶材料の層を形成する工程と、(b)該層の第1の物理的条件を確立する工程と、(c)該層の少なくとも第1の領域を、該層の第1の表面から該層の厚さより小さな第1の深さまで該層を透過する放射によって照射することにより、第1の重合または架橋を開始する工程と、(d)該第1の物理的条件と異なる、該層の第2の物理的条件を確立する工程と、(e)少なくとも該第1の領域を、該層の厚さの全体を透過する放射によって照射することにより、第2の重合または架橋を開始する工程とを包含し、これにより上記目的が達成される。

【0013】上記製造方法は、(f)前記工程(a)と(b)との間で、前記層を配向処理する工程をさらに包含してもよい。

【0014】上記製造方法は、前記工程(f)が、前記層を、第1の所定の時間、第1の所定の温度で維持する工程を包含してもよい。

【0015】上記製造方法は、前記工程(a)が、前記層を基板上に形成する工程を包含してもよい。

【0016】上記製造方法は、前記工程(a)が、前記層を基板上に形成する工程を包含し、該基板が、該層を配向処理する配向表面を有してもよい。

【0017】上記製造方法は、前記放射が電磁放射であってもよい。

【0018】上記製造方法は、前記電磁放射が紫外線であってもよい。

【0019】上記製造方法は、前記工程(c)の放射が、前記工程(e)の放射よりも短い波長を有してもよい。

【0020】上記製造方法は、(g)前記第1および第2の物理的条件と異なる、前記層の更なる物理的条件を確立する工程と、(h)該第一の表面から、前記第1の深さより大きく、かつ該層の厚さより小さな更なる深さまで、該層を透過する放射によって照射することにより、更なる重合または架橋を開始する工程とをさらに包含してもよい。

【0021】上記製造方法は、(g)前記第1および第2の物理的条件と異なる、前記層の更なる物理的条件を確立する工程と、(h)該第一の表面から、前記第1の深さより大きく、かつ該層の厚さより小さな更なる深さまで、該層を透過する放射によって照射することにより、更なる重合または架橋を開始する工程とをさらに包含し、該工程(h)の放射が、前記工程(e)の放射よりも長い波長を有してもよい。

【0022】上記製造方法は、(g)前記第1および第2の物理的条件と異なる、前記層の更なる物理的条件を確立する工程と、(h)該第一の表面から、前記第1の深さより大きく、かつ該層の厚さより小さな更なる深さまで、該層を透過する放射によって照射することにより、更なる重合または架橋を開始する工程とをさらに包含し、該工程(h)の放射が、前記工程(c)の放射よりも大きな中心波長を有してもよい。

【0023】上記製造方法は、前記工程(h)の放射が、前記工程(c)の放射よりも大きな中心波長を有してもよい。

【0024】上記製造方法は、前記工程(h)の照射が、前記第1の領域の照射であってよい。

【0025】上記製造方法は、前記工程(h)の照射が、前記第1の領域と異なる第2の領域の照射であってよい。

【0026】上記製造方法は、前記工程の(b)および

(d)の少なくとも一方が、前記層に、電界または磁界を印加する工程を包含してもよい。

【0027】上記製造方法は、前記工程の(b)および(d)の少なくとも一方が、前記層を、それぞれの所定の時間、それぞれの所定の温度で維持する工程を包含してもよい。

【0028】上記製造方法は、前記工程(d)が、第2の所定の時間、前記層で拡散が起こることを可能にする工程を包含してもよい。

【0029】上記製造方法は、前記第1の領域が、複数の第1の絵素領域を包含してもよい。

【0030】上記製造方法は、前記第1の領域が、複数の第1の絵素領域を包含し、前記第2の領域が、複数の第2の絵素領域を包含してもよい。

【0031】上記製造方法は、前記光学装置が分光フィルタを包含してもよい。

【0032】上記製造方法は、前記層に、前記第1の表面で、または第2の表面で、波長板を形成する工程をさらに包含してもよい。

【0033】上記製造方法は、前記波長板が四分の一波長板であってもよい。

【0034】上記製造方法は、前記波長板が、前記第1または第2の表面の全体にわたって延びてもよい。

【0035】本発明のフィルタは、入力表面に入射する第1の波長帯の第1の円偏光の光学放射を透過する、複数の層を包含するフィルタであって、該複数の層の第1の層が、直角に入射する、該第1の波長帯より低い第2の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第1のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第2の層が、該第1のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第2の波長帯より下の第3の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第2のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第3の層が、該第1および第2のレフレクターによって透過された、直角に入射する、少なくとも部分的に該第1および第2の波長帯の間にある第4の波長帯の、該第1の円偏光と実質的に直交する第2の円偏光の放射を反射する、第3のコレステリックレフレクターを包含し、該入力表面と該第3のレフレクターとの間の層が、該第2の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光から該第2の円偏光に変換されるような、該第2の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有し、これにより上記目的が達成される。

【0036】前記第4の波長帯が、可視スペクトルの黄色-橙色部分を包含してもよい。

【0037】上記フィルタは、入力表面に入射する第2の波長帯の第1の円偏光の光学放射を透過する、複数の層を包含するフィルタであって、該複数の層の第1の層が、直角に入射する、第5の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第1のコレステリックレフレクターを

包含し、該複数の層の第2の層が、該第1のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第2の波長帯より下の第3の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第2のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第3の層が、該第1および第2のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第5および第2の波長帯の間にある第1の波長帯の、該第1の円偏光の放射を反射する、第3のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第4の層が、該第1、第2および第3のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第2の波長帯の、該第1の円偏光と実質的に直交する第2の円偏光の放射を反射する、第4のコレステリックレフレクターを包含し、該入力表面と該第3のレフレクターとの間の層が、該第2の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光から該第2の円偏光に変換されるような、該第2の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有し、該入力表面と該第4のレフレクターとの間の層が、該第3の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光から該第2の円偏光に変換されるような、該第3の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有し、これにより上記目的が達成される。

【0038】本発明のフィルタは、入力表面に入射する第3の波長帯の第1の円偏光の光学放射を透過する、複数の層を包含するフィルタであって、該複数の層の第1の層が、直角に入射する、該第3の波長帯より上の第5の波長帯の該第1の円偏光の放射を反射する、第1のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第2の層が、該第1のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第5および第3の波長帯の間にある第1の波長帯の、該第1の円偏光の放射を反射する、第2のコレステリックレフレクターを包含し、該複数の層の第3の層が、該第1および第2のレフレクターによって透過された、直角に入射する、該第1および第3の波長帯の間にある第2の波長帯の、該第1の円偏光の放射を反射する、第3のコレステリックレフレクターを包含し、該入力表面と該第3のレフレクターとの間の層が、該第3の波長帯の非直角入射放射が、少なくとも部分的に、該第1の円偏光と実質的に直交する第2の円偏光に変換されるような、該第3の波長帯の非直角入射放射に対する全複屈折率を有し、これにより上記目的が達成される。

【0039】前記第5の波長帯が、スペクトルの赤外部分であってもよい。

【0040】前記第1、第2および第3の波長帯が、可視スペクトルのそれぞれ赤色、緑色および青色部分を包含してもよい。

【0041】以下に本発明の作用を説明する。

【0042】本発明による製造方法は、重合可能または架橋可能なコレステリック液晶材料を用いて、ポリマー

フィルムを作製するので、コレステリック液晶材料に適切な外場（例えば、電場）を印加することによって、所望の三次元構造を取らせることができる。コレステリック液晶材料を所望の三次元構造に制御した状態で、重合または架橋させることによって、その構造を固定することができる。この三次元構造が固定されたフィルムは、単一で光学装置として機能する。

【0043】

【発明の実施の形態】添付の図面を参照しながら、実施例によって、本発明をさらに詳しく説明する。

【0044】図面全体を通して、同様の部分には同様の参照符号を付す。

【0045】図1a～1cは、単一フィルム光学装置を作製する方法を示す。この方法は、反射特性、透過特性、および角度特性が、以下に述べるように制御される光学装置を作製するため使用され得る。三次元垂直集積構造が、UVで固定可能なコレステリック材料のフィルムに形成される。図1a～1cに示すフィルムは、厚さ約10ミクロンである。

【0046】この方法は、いくつかの工程で実施され、図1a～1cは3工程の方法を示す。図1aに示す第1の工程では、フィルム1の第1の所定の物理的条件が確立される。物理的条件は、温度制御装置30によって、所定の時間、所定の温度を確立する、図に示すように31でフィルムに電界を印加する、または32で磁界を印加するなどの、任意の適切な手段によって確立され得る。フィルム1の上表面2は、その後320ナノメートルの波長を有するUV線によって照射され、これは表面2から3ミクロンの深さの層で、実質的に完全に吸収される。照射された領域3の特性は、その後照射によって実質的に固定される。

【0047】図1bに示す第2の工程では、例えば第1の工程について述べた技術を任意に用いて、または更なる所定の時間、既存の印加条件を単に継続して、新しい物性が、非固定領域に確立される。フィルム1はその後、330ナノメートルの波長を有するUV線によって照射され、これは実質的に5ミクロンに等しい吸収深度を有する。特性が固定された領域は、その後3'で示されるように拡張される。

【0048】図1cに示す第3の工程では、フィルム1の更なる物理的状態が確立され、フィルム1は、340ナノメートルの波長のUV線によって、表面2上で照射される。このUV線の波長は、実質的に9ミクロンの深さで吸収され、固定された領域3"を形成する。領域3"はコレステリック液晶ポリマーフィルム1の厚さに相当する。

【0049】この方法の工程で使用するUV線の波長および波長帯を選択し、表面2からフィルム1内への吸収の深さを制御する。原則として、フィルム1内に任意の数の異なる光学特性の層が形成され得るように、任意の

数の工程が適用され得る。必要であれば、最終工程は、フィルム1全体が、その深さの全体にわたって確実に固定されるように、フィルム1を広帯域UV線で照射する工程を含み得る。さらに、適切なマスキングによって、特性が三次元で異なる光学装置を提供するように、フィルム1の異なる領域が、異なる方法で処理され得る。従って、異なる光学特性の絵素のグループを有する絵素分割された装置を提供することができる。

【0050】フィルム1の物理的状態は、前述のように、UV照射間の温度を変えることによって変更され得る。図2は、UVで固定可能な、典型的なコレステリック液晶ポリマーの、反射の波長の温度に対する変化を示す。工程間で温度を変え、フィルム1の物理的状態が新しい温度で安定化することを可能にすることにより、フィルム1に異なった色の反射領域が形成され得、例えば、赤色光、緑色光および青色光を透過するのに適した構造を提供するために組み合わされ得る。

【0051】非固定または弱く固定されたコレステリック液晶ポリマーの拡散は、例えばUV照射源から最も遠くでは、フィルム1の固定された層または領域内に部分的にまたは完全に拡散し得る。このような拡散はまた、分光反射帯域の変化を引き起こし得、また、例えばEP 60 940で開示されるように、反射帯域幅を拡大し得る。従って、適用された物理的条件が工程間で同一のままであるとき、このような拡散は光学特性を変更し、光学特性はその後UV照射によって固定される。

【0052】フィルム1として使用するのに適したコレステリック液晶ポリマーの例は、5.7% CC 4039 Lおよび4.3% CC 4070 Lの混合物を含み、これらはどちらもWackerから入手可能である。この混合物に、Ciba-Geigyから入手可能なIrgacure 907などの光重合開始剤を3重量%加える。例えばLCD内でのアセンブリー用の自由表面フィルムが、例えばホットラミネーション方法またはその他の任意の標準ポリマーコーティングプロセスを用いて製造される。フィルム1は基板とラミネーションシートとの間で形成され、基板およびラミネーションシートはどちらも、フィルム付着前にラビング処理され得、そして平行配向で組み立てられ得る。例えば、ポリアミドの配向層が、基板および/またはラミネーションシートにコーティングされ得る。ラミネーションシートは、製造の任意の適当な工程で除去し得る。

【0053】コーティング手順の後、フィルム1は、約30分間、80°Cから110°Cの間にまで加熱することによって配向処理される。フィルム1はその後、例えば各照射工程で適当なマスクを施して、現在処理されていない領域が意図せず露光されるのを避けながら、赤色、緑色および青色の透過領域を任意の順序で形成するために処理される。

【0054】青色透過領域を形成するためには、フィルム1をゆっくりと室温まで冷却し、反射帯域が約625

ナノメートルにまでシフトするのに足りるだけの時間放置する。その後上表面2が、例えば330ナノメートルを中心として約10ナノメートルの帯域幅を有する狭帯域UVで、約30秒間照射される。このように露光することにより、フィルム1の上部層は、UV吸収深度に相当する深さまで固定される。この深さは約1ミクロンである。照射源から最も遠い、下に位置するコレステリック液晶ポリマーは、実質的にUVを受けず、コレステリック材料のヘリカルピッチを下げるによって、温度上昇に反応することができる。フィルム1の上表面2と下表面4との間の中間に位置するポリマーは、若干UV線に露光され、温度変化に対する反応能力が劣る。この結果、コレステリック液晶ポリマーフィルム1の温度を、30分間、80°Cにまで上昇させることにより、帯域幅は短波長側に広げられる。

【0055】熱変色効果によって引き起こされる帯域幅の拡張に加えて、非固定ポリマーの固定上部層への拡散により、帯域幅は長波長側に拡張する。この結果、フィルム1は赤色光および緑色光を反射するようになり、青色光のみが透過される。この特性はその後、広帯域UV線に露光することにより、青色透過領域で永久的に固定される。

【0056】スペクトルの赤色部分を透過する領域を形成するためには、フィルム1をゆっくりと80°Cまで加熱し、その後330ナノメートルの波長で、30秒間、UV線に露光する。これにより、表面2に隣接する上部層が固定され、約450ナノメートルの波長の光を反射するようになる。その後フィルム1を80°Cで30分間さらに加熱し、前述の拡散効果によって、帯域幅を長波長側に拡大させる。フィルタの特性はその後、広帯域UV線に露光することにより、永久的に固定され、緑色光および青色光の両方を反射する領域が形成される。

【0057】緑色領域を形成するためには、フィルム1をゆっくりと約105°Cまで加熱し、その後320ナノメートルの波長のUV線に約25秒間露光する。これにより、上部層が固定され、400ナノメートル付近の波長の光を反射するようになる。その後フィルム1をさらに30分間、105°Cの温度で維持し、拡散により、上部層の反射帯域を長波長側に移動させる。下に位置する非固定ポリマーは引き続き青色光を反射する。この結果、緑色光のみが透過される。330ナノメートルのUV線に18秒間露光し、ポリマーをより深くまで、部分的に固定する。この深さは加熱を続けることによって微調整し得る。その後特性は、広帯域UV線に露光することによって永久的に固定される。典型的なUV露光レベルは、約0.3mW/cm²である。露光波長は、UV源とフィルム1との間に、公称10ナノメートルに等しい帯域幅の干渉フィルタを挿入することによって決定し得る。露光時間は、実質的に20ミクロンの厚さで、2枚のガラス基板の間に設けられるフィルムに適してい

る。しかし、実際の露光時間は、基板の厚さおよび材料の違いに合わせて調整し得る。

【0058】図3a, 3bおよび3cは、前述の方法によって形成された赤色、緑色および青色領域に入射する円偏光の光学透過スペクトルを示す。非偏光を直線偏光子および四分の一波長フィルムに通し、円偏光を得た。実際には、ほとんどの波長が、反対の旋回方向の成分を少し用いて所望の円偏光状態に変換し得ると考えられる。誤った旋回方向の成分はフィルタを通過し、透過スペクトルを汚染する。例えば、典型的な四分の一波長フィルムの性能は、青色スペクトル領域ではあまり良くなく、この作用は、図3a, 3bおよび3cのスペクトルに見られる。

【0059】フィルタの品質を向上するため、フィルタ全体からの出力光は、吸収円偏光子を通過し得る。必要な偏光旋回方向および色の光は、直線偏光に変更される。望ましくないまたは誤った偏光旋回方向の光は、直交偏光状態に変換され、吸収される。これによって、図4a, 4bおよび4cに示すように、彩度が実質的に向上する。

【0060】図5は、光がオンアクシスおよびオフアクシスの角度で入射するときの、このようなフィルタの性能を示す。図5の座標は、標準のCIE 1931座標に一致し、カラーフィルタの目標仕様が、陰なしの四角によって示される。陰付きの三角、四角およびダイヤモンドは、それぞれの記号に隣接する角度で光が入射するときの性能を示す。直角に、かつ有用な入射角度範囲で光が入射するとき、優秀な性能が達成される。入射角度が大きくなると、フィルタの性能は低下する。オフアクシスの性能は、以下に説明され、かつ同じ方法によって形成され得る、より複雑な構造によって向上され得る。

【0061】図6は、このような方法で形成され、基板6上に形成された左旋(left-handed)反射型コレスティックポリマー1を含む、典型的なフィルタを示す。可視スペクトルの赤色、緑色および青色部分を透過する領域に加えて、直角入射偏光白色光8の光源によって発せられる、一定の旋回方向のすべての可視波長を反射する領域7が形成され得る。従って、このフィルタを用いて、例えばディスプレイのコントラストを改良する、「ブラックマトリクス」または「ブラックマスク」を提供することができる。例えば円偏光を直線偏光に変換する波長板9を、フィルタの出力側に設け得る。あるいは、波長板9はフィルタの入力側に設け得る。

【0062】図7～10は、好適には前述の方法で作製されるが、代わりにその他の方法によっても形成され得る、透過型カラーフィルタを示す。これらのフィルタは、オフアクシスの性能の向上を示し、広範囲の用途を有するフィルタを提供するが、これによりオンアクシスの性能は、若干損なわれ得る。

【0063】図7は、入射する左手(left handed)円

偏光をフィルタリングする赤色フィルタを示す。フィルタは、緑色左旋層10、青色左旋層11、および黄色／橙色右旋(right handed)層12を含む。層10～12はそれぞれ、層に直角に入射する、規定の旋回方向の、かつスペクトルの規定の部分の光を反射する、コレスティックレフレクターを含む。

【0064】図7の左側の部分は、フィルム1の表面2に実質的に直角に入射する偏光に対する性能を示す。可視スペクトルの緑色部分Gは、層10によって反射され、スペクトルの青色部分Bは層11によって反射される。残りの赤色部分Rを含む可視スペクトルは、3つの層10、11、および12すべてによって透過される。

【0065】図7の右側の部分は、法線に対して鋭角に表面2に入射する光に対する動作を示す。可視スペクトルの各部分は、直角入射のときならより長い波長の光を反射する層によって反射される。従って、青色部分Bは、層10によって反射される。緑色部分Gは層10および11を通過するが、これらの層のオフアクシスの複屈折によって、偏光の方向が変わる。従って、緑色部分Gが層12に入射するとき、その偏光は、左手円偏光に実質的に変換されている。層12の反射帯域は、スペクトルの緑色部分Gが、層12の右旋黄色／橙色直角反射性能によって実質的に反射されるように選択される。赤色光は、所望の通り、層10、11および12を通過する。

【0066】図8は、それぞれ左旋の赤外層13、青色層14、赤色層15および緑色右旋反射層16を含む緑色透過型フィルタを示す。図8の左側の部分は、実質的に直角に入射する左手円偏光に対する動作を示す。可視部分R、GおよびBはすべて左旋赤外層13を通過するが、青色部分Bは層14によって反射される。赤色部分Rは層15によって反射されるが、緑色部分Gはフィルム1を透過する。

【0067】図8の右側の部分は、法線に対して傾斜して表面2に入射する光に対する動作を示す。赤色部分Rは赤外反射層13によって反射される。層13、14および15の青色部分Bに対する複屈折率は、青色部分Bが左手円偏光から右手(right handed)円偏光に変換され、その結果緑色右旋層16によって反射されるほど大きい。層13および14のオフアクシスの複屈折は、緑色左旋部分Gを赤色層15によって透過される右旋に変更する。

【0068】図9は、表面2に入射する左手円偏光に対する青色透過型フィルタの動作を示す。フィルタは、それぞれ左手円偏光の、スペクトルの赤外、赤色および緑色部分を反射する、コレスティック層17、18および19を含む。

【0069】図9の左側の部分は、オンアクシス入射光または直角入射光に対する性能を示す。層18は赤色部分Rを反射し、層19は緑色部分Gを反射し、青色部分

Bが透過される。

【0070】図9の右側の部分は、オフアクシス光に対する性能を示す。赤色部分Rは層17によって反射され、緑色部分Gは層18によって反射される。層17および18のオフアクシス光に対する全複屈折率は、青色部分Bの偏光が、左手から右手円偏光に変換され、青色部分Bが層19を通過するほど大きい。

【0071】図10に示す緑色透過型フィルタは、薄い左旋緑色反射コレスティック層20が、光が入射する表面または入力表面2に隣接して設けられるという点で、図9に示すフィルタとは異なる。層20は、オンアクシスの緑色部分Gをいくらか反射し、またオフアクシスの青色部分Bの少なくともいくらかを反射するので、緑色右旋層16は省略され得る。このアレンジメントは、オンアクシスの性能を若干犠牲にして、オフアクシスの性能を向上させ、表面2に対する入射角度および表面4からの出射角度に対する依存性の低い緑色透過型フィルタを提供する。

【0072】適切な補正層が、図7～10に示すフィルタすべてのフィルム1の表面4に隣接する最終層として設けられ得る。このような補正層は、すべての透過成分を同じ偏光状態に変換するため、または偏光状態を、例えばLCDと一致させるために配置され得る。

【0073】非偏光白色光21をフィルタリングするのに適したカラー透過型フィルタを提供するため、個別のコレスティックフィルムが、図11に示すように積層され得る。この場合、基板6は、左手円偏光成分をフィルタリングするコレスティックポリマーフィルム1aを有し、この次に、フィルム1aによって透過された右手円偏光をフィルタリングするコレスティックポリマーフィルム1bを有する。

【0074】図12は、非偏光白色光21をフィルタリングするための代替アレンジメントを示す。この場合、基板6は、左手円偏光をフィルタリングするコレスティックポリマーフィルム1を有し、このフィルム1は、ある旋回方向の円偏光を反対の旋回方向に変換する、広帯域半波長フィルム22によって隔てられている。基板6に隣接するコレスティックポリマーフィルム1は、右手円偏光をフィルム22まで透過し、フィルム22で、偏光が左手円偏光に反転される。従って、フィルム1は双方とも、左手円偏光に作用し、図示するように、スペクトルの赤色、緑色および青色部分を透過する。

【0075】前述の方法は、例えばコレスティックフィルムに波長板を形成するために使用し得る。例えば、フィルム1の出力表面4で、円偏光を直線偏光に変換する波長板を組み込むことが可能である。このような波長板は、カラーフィルタと組み合わせ得る。図13は、緑色カラーフィルタと波長板を組み合わせたときの性能を示す。波長板は、基板6近くのコレスティック液晶ポリマーを、例えば表面効果または電界を利用して傾斜させる

ことによって形成し得る。その後ポリマーをUV線を用いて固定する。

【0076】図13に示す透過は、単一の直線偏光子を基準として規格化される。直線偏光緑色フィルタは、非偏光によって照明される。直交に配置された出力偏光子を介して見ると、フィルタは、カーブ23が示すように、緑色透過型フィルタとして機能する。平行に配置された直線偏光子を介して見ると、フィルタはニュートラルな透過体のように見える。

【0077】図14a～14dは、4×4変換マトリックス理論を用いてモデル化されたときの、グレーデッドピッチ分布を用いて形成された緑色透過型フィルタの透過スペクトルを示す。シミュレーションは、異なる入射角について、短ピッチ表面を入力表面として用いて行った。左旋のフィルタについて、実線が左手円偏光入射光に対する性能を示し、破線のカーブは、右手円偏光入力光に対する性能を示す。

【0078】入射角が大きくなるにつれて、フィルタの透過帯は低波長側へと移動する。

【0079】図15は、LCDとともに使用される典型的な蛍光管の発光スペクトルを示す。スペクトルの緑色部分では、バックライトは比較的狭い発光ピークを有する。

【0080】この結果、オンアクシスで見たとき、または比較的小さな入射角で見たとき、図14a～14dにその性能を示す緑色フィルタは、約60%の最大透過率を有する。図15に示す性能を有するタイプの光源を用いてオフアクシスで見たとき、透過は角度によって変化する。

【0081】このような不都合を克服するために、前述の方法を用いて、異なるピッチの、いくつかの十分に隔てられたブロックまたは層を有する緑色フィルタを提供し、図16a～16dに示す透過スペクトルを有するフィルタを形成することができる。光効率は、実質的に向上され、視野角に対する依存性は実質的に低減される。

【0082】図16a～16dにその性能を示すコレスティックフィルムは、253、272、291、310、320、383、400および420ナノメートルのピッチを有する8つのコレスティック層を含み、各層は15ピッチの厚さを有する。コレスティック屈折率は、1.53および1.63であり、屈折率が1.52の基板および上部基板が採用される。

【0083】

【発明の効果】上述したように、本願発明によると、ポリマーフィルムに、三次元構造を、単一の素子または装置として形成することを可能にする方法を提供することができる。例えば、この方法は、様々なフィルタを形成するため使用され得る。このようなフィルタは、他の技術によって形成され得るが、有利性は劣る。フィルムの構造は、コレスティック分光フィルタまたはその他の

装置で、所望の角度応答特性を達成するために、深さによって変更され得る。液晶分子の異方性の性質、これらの分子の配向を、例えば表面効果または電界あるいは磁界の印加によって制御する能力、およびUV光の配向を固定する能力によって、複雑な三次元構造を形成することができる。例えば、単一フィルムノッチフィルタおよび単一フィルムRGB透過型カラーフィルタが形成され得る。

【0084】フィルタなどの装置の角度依存性は、これらの技術を用いて制御され得る。例えば、公知の装置の場合より広い範囲の入射角および出射角で性能を保持する分光フィルタを提供することができる。

【0085】このようなコレステリックカラーフィルタの別の利点は、プロジェクタシステムなどの大きな光束を有するシステムで使用され得るということである。特に、不要な光が吸収されるよりもむしろ反射されるため、フィルタにかかる熱応力は低くなる。従って、カラーの安定性および動作寿命の向上が達成され得る。

【図面の簡単な説明】

【図1a】本発明の一実施形態による方法の第1の工程を示す概略断面図である。

【図1b】本発明の一実施形態による方法の第2の工程を示す概略断面図である。

【図1c】本発明の一実施形態による方法の第3の工程を示す概略断面図である。

【図2】単一のコレステリック液晶ポリマーセルの波長の温度依存性を示す、摂氏温度に対する波長(ナノメートル単位)のグラフである。

【図3a】円偏光によって照明される赤色カラーフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過スペクトルを透過率で表したグラフである。

【図3b】円偏光によって照明される緑色カラーフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過スペクトルを透過率で表したグラフである。

【図3c】円偏光によって照明される青色カラーフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過スペクトルを透過率で表したグラフである。

【図4a】図3aに類似するが、出力円偏光子を用いることによって達成し得る、性能の向上を示したグラフである。

【図4b】図3bに類似するが、出力円偏光子を用いることによって達成し得る、性能の向上を示したグラフである。

【図4c】図3cに類似するが、出力円偏光子を用いることによって達成し得る、性能の向上を示したグラフである。

【図5】狭角カラーフィルタのCIEカラーランクの角変化を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態による、ブラックマトリクスを有する、絵素分割されたカラーフィルタを示す図で

ある。

【図7】本発明の一実施形態による赤色フィルタとオーナクシスおよびオフアクシスの性能を示す概略断面図である。

【図8】本発明の一実施形態による緑色フィルタとオーナクシスおよびオフアクシスの性能を示す概略断面図である。

【図9】本発明の一実施形態による青色フィルタとオーナクシスおよびオフアクシスの性能を示す概略断面図である。

【図10】図8で示す緑色フィルタの変更を示す概略断面図である。

【図11】非偏光とともに使用される積層フィルタを示す概略断面図である。

【図12】非偏光とともに使用される、広帯域半波長板によって隔てられた同一のフィルタを示す概略断面図である。

【図13】本発明の一実施形態による、直線偏光緑色フィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過を透過率で示したグラフである。

【図14a】短ピッチ面上で照明される左旋緑色グレーデッドピッチコレステリックフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過のグラフであり、入射角0度のときの、左手円偏光に対する反応を実線のカーブで、右手円偏光に対する反応を破線のカーブで表している。

【図14b】短ピッチ面上で照明される左旋緑色グレーデッドピッチコレステリックフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過のグラフであり、入射角10度のときの、左手円偏光に対する反応を実線のカーブで、右手円偏光に対する反応を破線のカーブで表している。

【図14c】短ピッチ面上で照明される左旋緑色グレーデッドピッチコレステリックフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過のグラフであり、入射角20度のときの、左手円偏光に対する反応を実線のカーブで、右手円偏光に対する反応を破線のカーブで表している。

【図14d】短ピッチ面上で照明される左旋緑色グレーデッドピッチコレステリックフィルタの波長(ナノメートル単位)に対する透過のグラフであり、入射角30度のときの、左手円偏光に対する反応を実線のカーブで、右手円偏光に対する反応を破線のカーブで表している。

【図15】LCD用の典型的なバックライトのスペクトルを示す、オングストローム単位の波長に対する強度のグラフである。

【図16a】複数の別々の層を含む、左旋緑色コレステリックフィルタに関する、図14aに類似するグラフである。

【図16b】複数の別々の層を含む、左旋緑色コレステリックフィルタに関する、図14bに類似するグラフである。

【図16c】複数の別々の層を含む、左旋緑色コレステ

リックフィルタに関する、図14cに類似するグラフである。

【図16d】複数の別々の層を含む、左旋緑色コレステリックフィルタに関する、図14dに類似するグラフである。

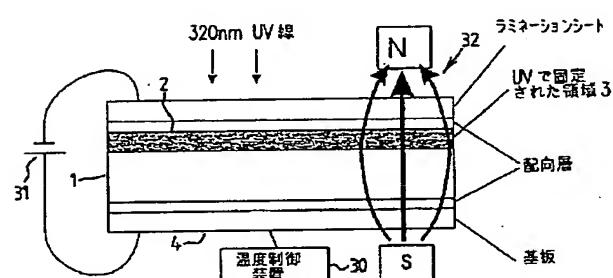
【符号の説明】

- 1 フィルム
- 2 上表面
- 3 UVで固定された領域
- 4 下表面
- 30 温度制御装置
- 6 基板
- 7 直角入射偏光白色光8の光源によって発せられる、一定の旋回方向のすべての可視波長を反射する領域
- 8 直角入射偏光白色光
- 9 波長板

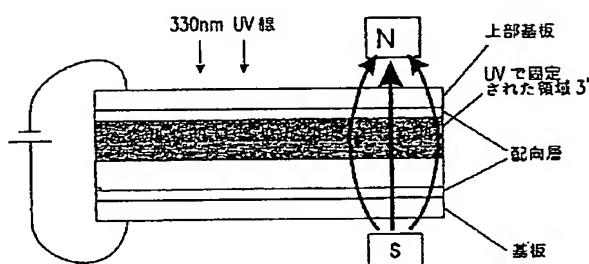
- * 10 緑色左旋層
- 11 青色左旋層
- 12 黄色／橙色右旋層
- 13 左旋赤外層
- 14 左旋青色層
- 15 左旋赤色層
- 16 右旋緑色反射層
- 17 左旋赤外コレステリック層
- 18 左旋赤色コレステリック層
- 19 左旋緑色コレステリック層
- 20 薄い左旋緑色反射コレステリック層
- 21 非偏光白色光
- 22 広帯域半波長フィルム
- 1a 左旋反射型コレステリックポリマー
- 1b 右旋反射型コレステリックポリマー

*

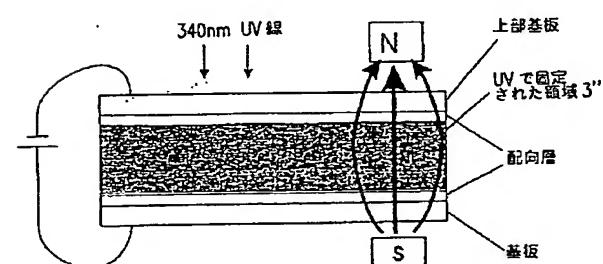
【図1a】



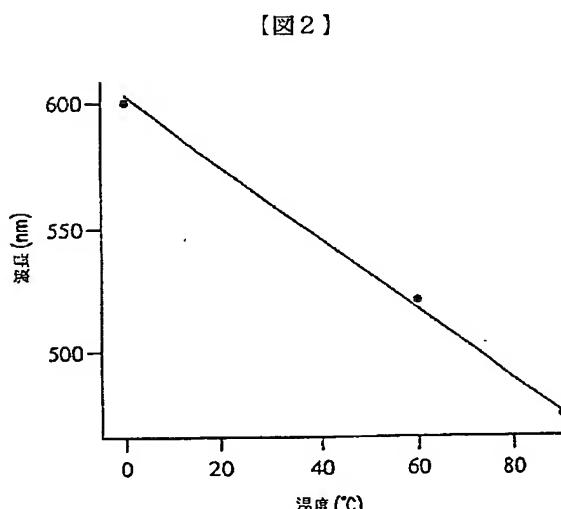
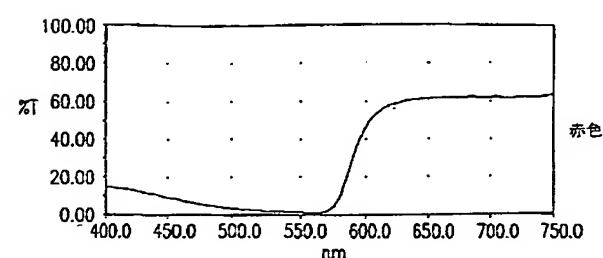
【図1b】



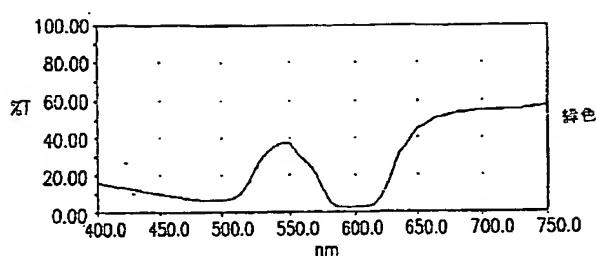
【図1c】



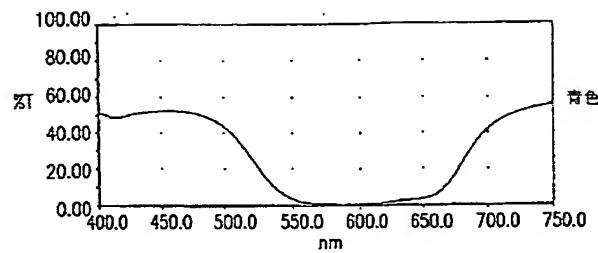
【図3a】



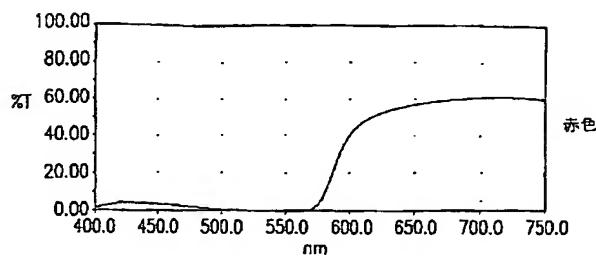
【図3 b】



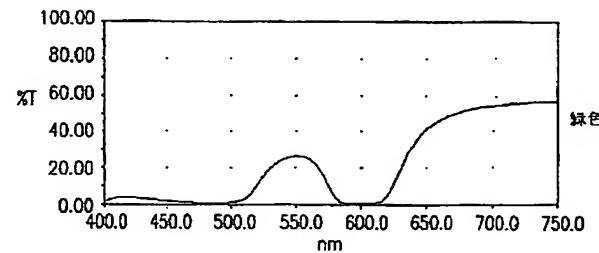
【図3 c】



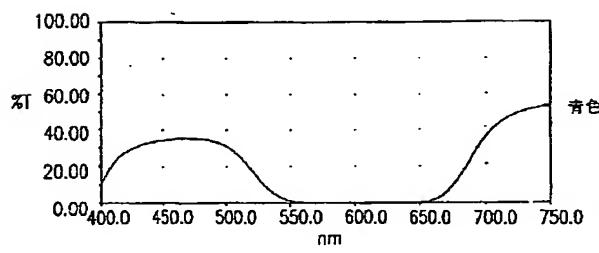
【図4 a】



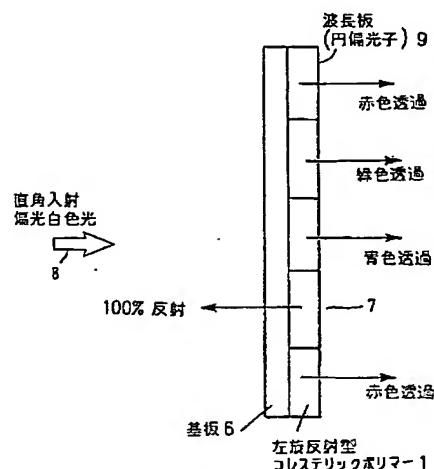
【図4 b】



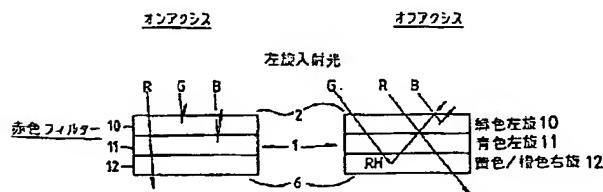
【図4 c】



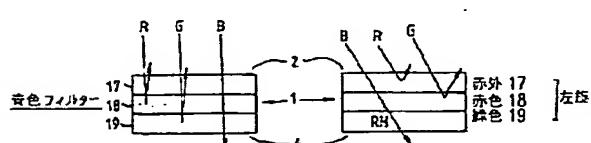
【図6】



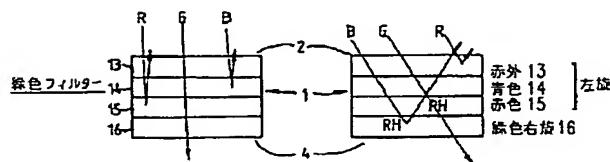
【図7】



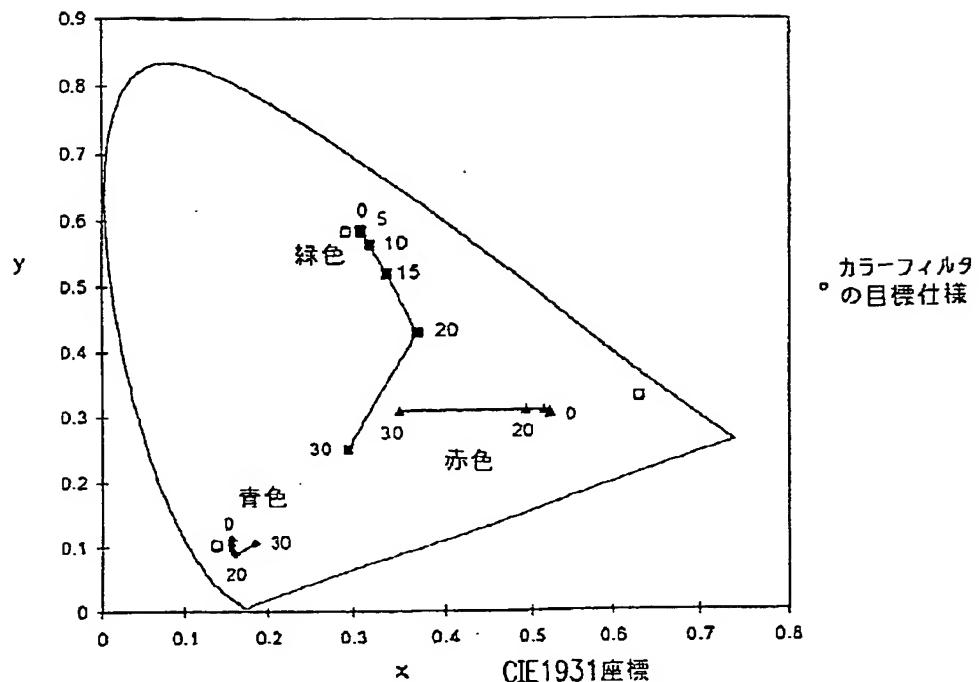
【図9】



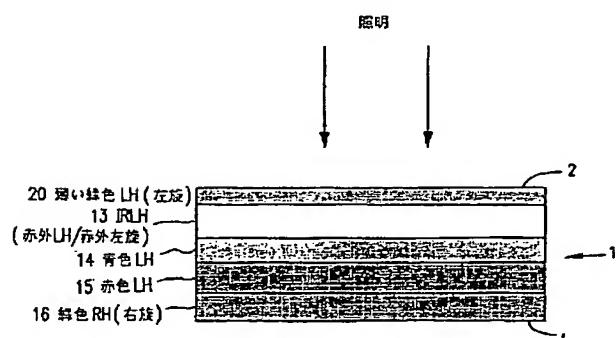
【図8】



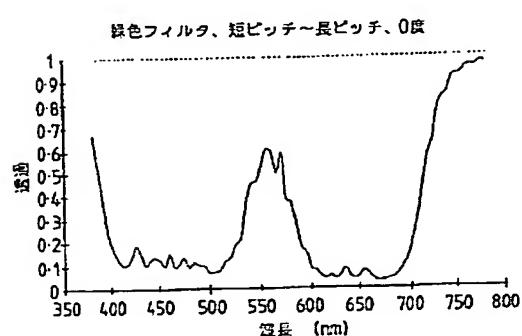
【図5】



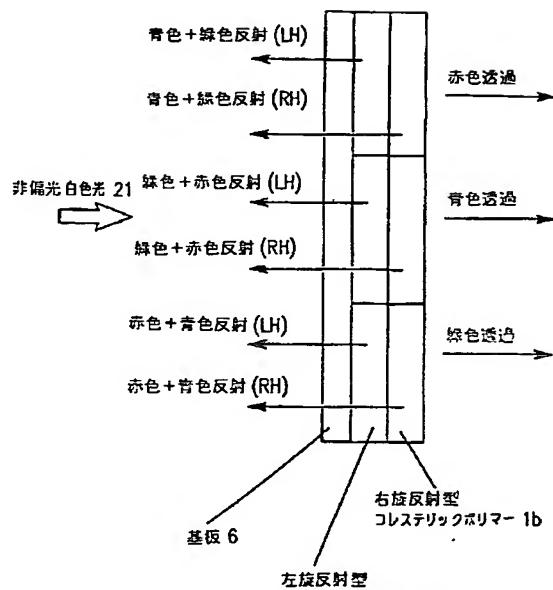
【図10】



【図14a】

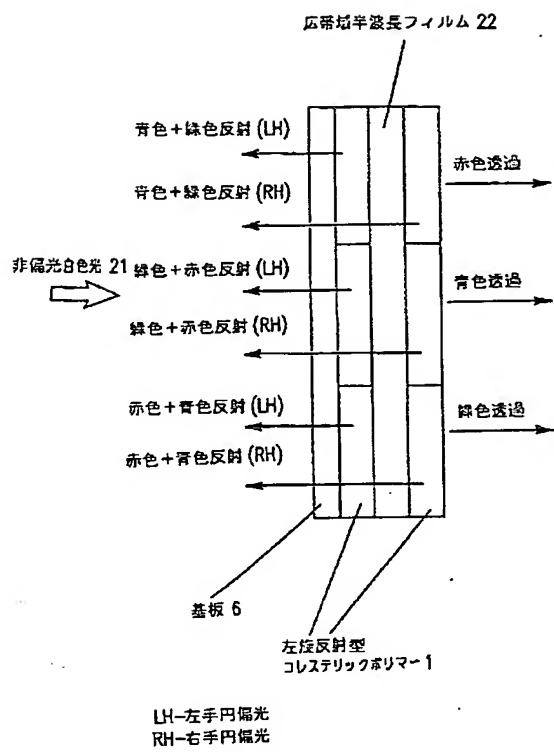


【図11】

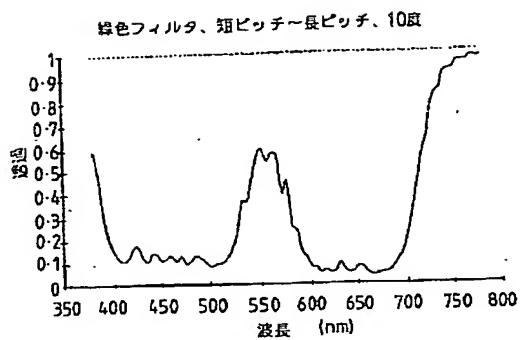


LH-左手円偏光
RH-右手円偏光

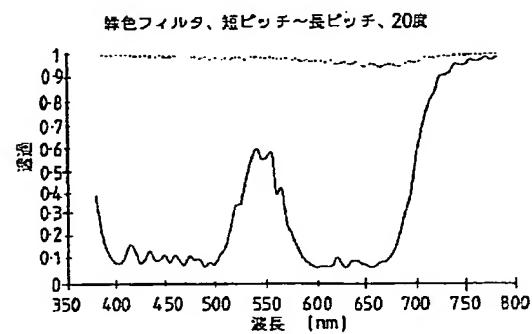
【図12】



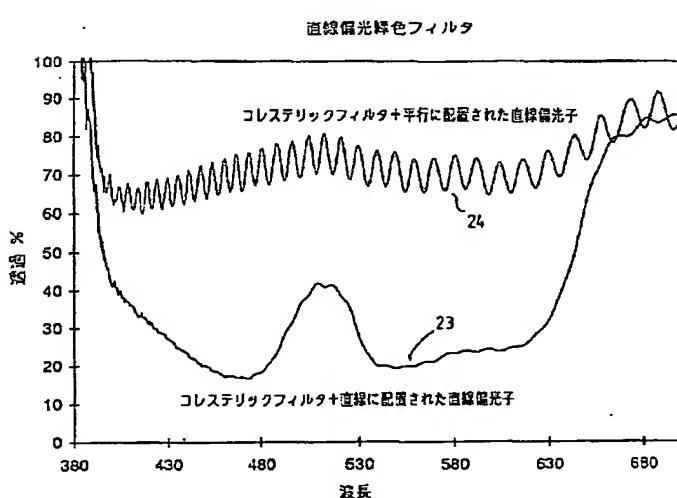
【図14 b】



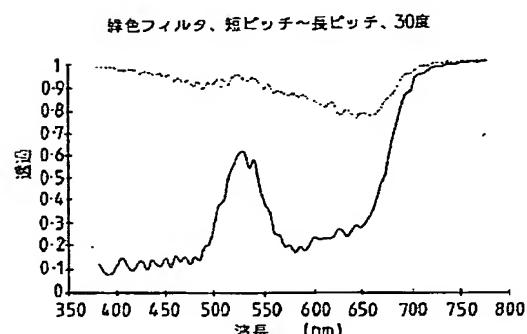
【図14 c】



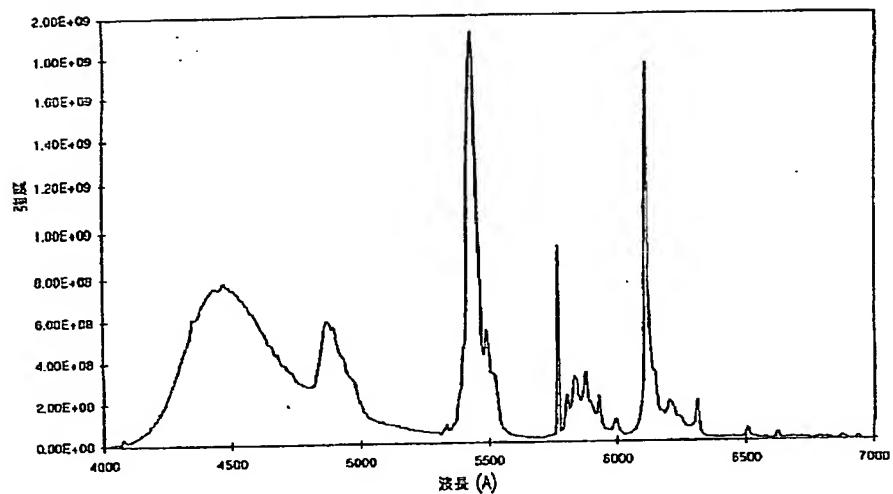
【図13】



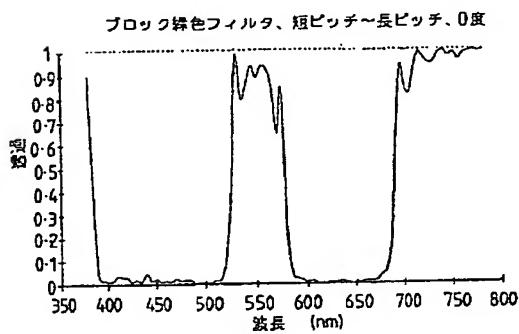
【図14 d】



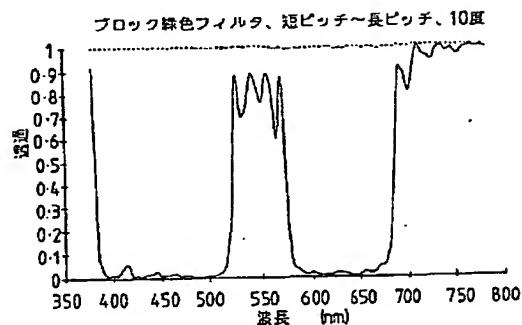
【図15】



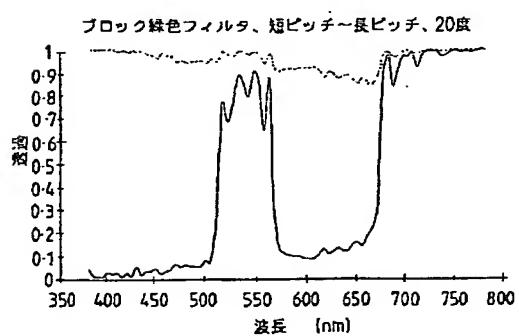
【図16 a】



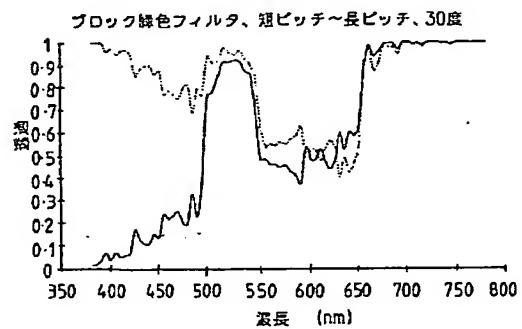
【図16 b】



【図16 c】



【図16 d】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁶ G 02 F	識別記号 1/1335 5 0 5	F 1 G 02 F 1/1335 5 0 5
(72)発明者 ロバート ジョージ ウトリング ブラウ ン イギリス国 オーエックス9 2ビーディ ー オックスフォードシャー, テーム, ガッジ クローズ 1	(72)発明者 ジリアン マーガレット デイビス イギリス国 ビーイー17 4ユージェイ ケンブリッジシャー, ハンティンドン, セント アイベス, オードリー クロ ーズ 16	
	(72)発明者 ナザン スミス イギリス国 ピーエル7 2エフエックス ブリマス, ブリンプトン, グレンリ ッジ, ウォルナット クローズ 6	
	(72)発明者 カスリン ウォルシュ イギリス国 エヌジー19 6ティービー ノッティンガムシャー, マンスフィール ド, ダンバー ドライブ 22	